

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DISPLAY DEVICE AND FULL COLOR DEVICE

Publication number: JP2005302313 (A)

Publication date: 2005-10-27

Inventor(s): KUMA HITOSHI; ARAKANE TAKASHI; SAKAEDA NOBORU; HOSOKAWA CHISHIO

Applicant(s): IDEMITSU KOSAN CO

Classification:






- international: H05B33/12; H01L51/50; H01L51/52; H05B33/14; H05B33/22; H05B33/24; H01L51/00; H05B33/12; H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; H05B33/24; H01L51/00; (IPC1-7): H05B33/12; H05B33/14; H05B33/22; H05B33/24

- European: H01L51/52D2; H01L51/50E8

Application number: JP20040112005 20040406

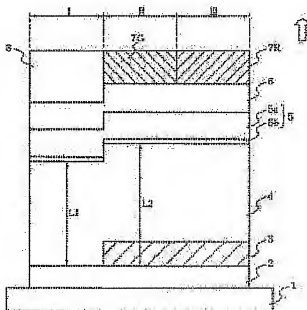
Priority number(s): JP20040112005 20040406

Also published as:

 EP1737276 (A1)
 EP1737276 (A4)
 US2008272690 (A1)
 WO2005104624 (A1)
 CN1939096 (A)

Abstract of JP 2005302313 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL display device with high luminous efficiency and excellent visual field angle characteristics, and to provide a full-color device. ; **SOLUTION:** The organic EL display device includes a first organic EL element containing first and second reflective electrodes 2, 5 and an organic layer 4 located between the first and the second reflective electrodes 2, 5, a second organic EL element containing a first and a second reflective electrodes 2, 5 and a light-transmitting layer 3 located between the first and the second reflective electrodes 2, 5, and fluorescence conversion films 7G, 7R for converting colors of emission light from the second organic EL element. By adjusting optical film thicknesses L1, L2 of the first and the second organic EL elements, an angle distribution of intensities of emission light from the second organic EL element is made narrower than that of intensities of emission light from the first organic EL element. The emission light from the second organic EL element with the narrower angle distribution is equalized in direction by the fluorescence conversion films 7G, 7R. ; **COPYRIGHT:** (C) 2006,JPO&NCIP



Family list

5 application(s) for: JP2005302313 (A)

1 Organic el display and full color device

Inventor: CHISHIO KUMA HITOSHI ARAKANE T **Applicant:** IDEMITSU KOSAN CO [JP]
[JP]

EC: H01L51/52D2; H01L51/50E8

IPC: H05B33/12; H01L51/50; H01L51/52; (+14)

Publication info: CN1939096 (A) — 2007-03-28

2 ORGANIC EL DISPLAY AND FULL COLOR DEVICE

Inventor: KUMA HITOSHI [JP]; ARAKANE **Applicant:** IDEMITSU KOSAN CO [JP]
TAKASHI [JP] (+2)

EC: H01L51/52D2; H01L51/50E8

IPC: H05B33/12; H01L51/40; H01L51/50; (+12)

Publication info: EP1737276 (A1) — 2006-12-27

EP1737276 (A4) — 2008-06-18

3 ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DISPLAY DEVICE AND FULL COLOR DEVICE

Inventor: KUMA HITOSHI; ARAKANE TAKASHI **Applicant:** IDEMITSU KOSAN CO
(+2)

EC: H01L51/52D2; H01L51/50E8

IPC: H05B33/12; H01L51/50; H01L51/52; (+14)

Publication info: JP2005302313 (A) — 2005-10-27

4 Organic El Display And Full Color Device

Inventor: KUMA HITOSHI [JP]; ARAKANE **Applicant:** IDEMITSU KOSAN CO [JP]
TAKASHI [JP] (+2)

EC: H01L51/52D2; H01L51/50E8

IPC: H05B33/12; H05B41/36; H01L51/50; (+12)

Publication info: US2008272690 (A1) — 2008-11-06

5 ORGANIC EL DISPLAY AND FULL COLOR DEVICE

Inventor: KUMA HITOSHI [JP]; ARAKANE **Applicant:** IDEMITSU KOSAN CO [JP]; KUMA
TAKASHI [JP] (+2) HITOSHI [JP] (+3)

EC: H01L51/52D2; H01L51/50E8

IPC: H05B33/12; H01L51/50; H01L51/52; (+14)

Publication info: WO2005104624 (A1) — 2005-11-03

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-302313

(P2005-302313A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

H 0 5 B 33/12

H 0 5 B 33/12

E

3 K 0 0 7

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/12

B

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/14

A

H 0 5 B 33/24

H 0 5 B 33/22

Z

H 0 5 B 33/24

審査請求 未請求 請求項の数 15 ○ L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2004-112005 (P2004-112005)

(22) 出願日

平成16年4月6日(2004.4.6)

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(74) 代理人

100086759

弁理士 渡辺 喜平

(72) 発明者

熊 均

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者

荒金 崇士

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者

柴田 暢

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者

細川 地潮

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

Fターム(参考)

3K007 AB03 AB17 BA06 BB06 CC01
DB03

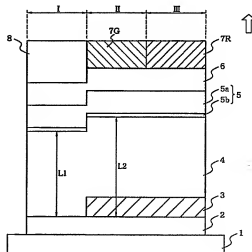
(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置及びフルカラーデバイス

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く視野角特性に優れた有機EL表示装置及びフルカラーデバイスを提供する。

【解決手段】 第一及び第二の反射性電極2、5、及び第一及び第二の反射性電極2、5の間にある有機層4を含む第一の有機EL素子と、第一及び第二の反射性電極2、5、及び第一及び第二の反射性電極2、5の間にある光透過層3、有機層4を含む第二の有機EL素子と、第二の有機EL素子からの発光を色変換する蛍光変換膜7G、7Rを含む有機EL表示装置。第一及び第二の有機EL素子の光学膜厚L1、L2を調整することにより、第二の有機EL素子からの発光の強度の角度分布を、第一の有機EL素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭くする。角度分布が狭い第二の有機EL素子からの発光は、蛍光変換膜7G、7Rにより等方化される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた有機 EL 素子と、
層とを、含む第一の有機 EL 素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた光透過層、有機層とを、含む第二の有機 EL 素子と、

前記第二の有機 EL 素子からの発光を色変換する蛍光変換膜とを含み、

前記第二の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭い有機 EL 表示装置。

【請求項 2】

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第一の光透過層、有機層とを、含む第一の有機 EL 素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第一の光透過層、第二の光透過層、有機層とを含む第二の有機 EL 素子と、

前記第二の有機 EL 素子からの発光を色変換する蛍光変換膜とを含み、

前記第二の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭い有機 EL 表示装置。

【請求項 3】

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた有機層とを含む第一の有機 EL 素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第一の光透過層、有機層とを含む第二の有機 EL 素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第二の光透過層、有機層とを含む第三の有機 EL 素子と、

前記第二の有機 EL 素子からの発光を色変換する第一の蛍光変換膜と、

前記第三の有機 EL 素子からの発光を色変換する第二の蛍光変換膜とを含み、

前記第二の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭く、

前記第三の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機 EL 素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭い有機 EL 表示装置。

【請求項 4】

前記第二の光透過層の一部に第一の光透過層を含む請求項 3 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 5】

さらに、有機 EL 素子を封止する固体封止層を含む請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 6】

前記第二の反射性電極と、前記蛍光変換膜の間に、固体封止層が設けられている請求項 5 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 7】

前記第一及び／又は第二の光透過層が、透明導電層又は透明半導体層である請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 8】

前記第一の反射性電極の光反射率が 50 % 以上であり、前記第二の反射性電極の反射率が 50 % 未満 25 % 以上である請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 9】

前記第一の反射性電極の光反射率が 50 % 未満 25 % 以上であり、前記第二の反射性電極の反射率が 50 % 以上である請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 10】

前記第一の反射性電極又は前記第二の反射性電極の少なくとも一方が、誘電体と透明電

10

20

30

40

50

極の積層体からなる請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 11】

前記第一の反射性電極又は前記第二の反射性電極の少なくとも一方が、金属膜と透明電極の積層体からなる請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 12】

前記第一の反射性電極又は前記第二の反射性電極の少なくとも一方が、誘電体多層膜からなる請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 13】

前記第一の蛍光変換膜と、前記第二の蛍光変換膜が、前記有機層からの発光をそれぞれ異なる色に変換する請求項 3 に記載の有機 E L 表示装置。

10

【請求項 14】

前記第一の有機 E L 素子からの発光の発光スペクトルの極大値の一つが青領域にあり、前記第二の有機 E L 素子からの発光を色変換した、前記第一の蛍光変換膜からの発光の発光スペクトルの極大値の少なくとも一つが緑領域にあり、

前記第三の有機 E L 素子からの発光を色変換した、前記第二の蛍光変換膜からの発光スペクトルの極大値の少なくとも一つが赤色領域にある請求項 13 に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の表示装置からなるフルカラーデバイス。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス（E L）表示装置及びフルカラーデバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、E L 素子は自己発光性であるため視認性が高く、かつ完全固体素子であるため、耐衝撃性に優れるとともに、取扱いが容易であることから、各種表示装置における発光素子としての利用が注目されている。特に、有機 E L 素子は、印加電圧を大幅に低くしう

30

【0003】

有機 E L 表示装置は、対向する電極間に発光層を挟持した有機 E L 素子から構成されている。有機 E L 素子の両電極間に電圧を印加すると、一方の電極から注入された電子と他方の電極から注入されたホールとが、発光層で再結合する。発光層中の有機発光分子は、再結合エネルギーによりいったん励起状態となり、その後、励起状態から基底状態に戻る。この際に放出されるエネルギーを光として取り出すことにより、有機 E L 素子は発光する。

【0004】

有機 E L 素子において、光の干渉効果を利用する試みがなされている。例えば、特許文献 1 は、光反射材料からなる第一電極と、透明電極からなる第二電極との間に発光層を挟持し、発光層と第二電極の少なくとも一方が共振器構造の共振部となる表示素子を開示している。この素子では、下記式を満たす範囲で、共振部の光学的距離 L が正の最小値となるように構成されている

40

$$(2L)/\lambda + \phi/(2\pi) = m \quad (m \text{ は整数})$$

L ：共振部の光学的距離

ϕ ：発光層で発生した光が共振部の両端で反射する際に生じる位相シフト

λ ：発光層で発生した光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長

【0005】

また、特許文献 2 には、上記の干渉効果を利用した有機 E L 素子が開示されている。この素子は、有機層を挟持する一対の反射性電極と、有機層より放出された光を取り出す側

50

の反射性電極の外部に、その光の色を蛍光変換する膜を備えている。この素子において、一对の反射性電極によって定められる反射性界面間の光学膜厚が、有機層より放出された光のうち特定波長の光の強度を増強するように設定され、かつ蛍光変換膜が、その特定波長の光を吸収し、その方向性を消去して等方化する機能を有している。

【0006】

しかし、特許文献2では、特にトップエミッションタイプの表示装置の場合、発光層から放出された光が、固体封止層と蛍光変換膜の界面で全反射する割合が多く、発光効率が低下する問題があった。これは固体封止層として一般的に用いられる材料である $\text{SiO}_x\text{N}_{1-x}$ の屈折率がおよそ2.0～2.2であるのに対し、蛍光変換膜の屈折率が1.5～1.7であることに起因している。

この発光効率の低下は次数の高い干渉効果を利用することで解決できる。これは、高次の干渉になるとともに光の強度の角度分布が狭くなり、蛍光変換膜が吸収する光が強度が強くなるためである。しかしながらその一方では蛍光変換膜を含まない画素では光の等方化機能がないため、高次干渉になるとともに視野角が非常に狭くなるという問題があった。

【0007】

【特許文献1】国際公開第WO/0139554号

【特許文献2】特開平9-92466号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、発光効率が高く視野角特性に優れた有機EL表示装置及びフルカラーデバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、蛍光変換膜を含む画素と、含まない画素において、反射性電極間の光学膜厚を変えて、有機EL素子からの光の強度の角度分布を変えることにより、発光効率と視野角特性を改善できることを見出し、本発明を完成させた。

本発明によれば、以下の有機EL表示装置及びフルカラーデバイスが提供される。

1. 第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた有機層とを、含む第一の有機EL素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた光透過層、有機層とを、含む第二の有機EL素子と、

前記第二の有機EL素子からの発光を色変換する蛍光変換膜とを含み、

前記第二の有機EL素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機EL素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭い有機EL表示装置。

2. 第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第一の光透過層、有機層とを、含む第一の有機EL素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第一の光透過層、第二の光透過層、有機層とを、含む第二の有機EL素子と、

前記第二の有機EL素子からの発光を色変換する蛍光変換膜とを含み、

前記第二の有機EL素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機EL素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭い有機EL表示装置。

3. 第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた有機層とを、含む第一の有機EL素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第一の光透過層、有機層とを、含む第二の有機EL素子と、

第一及び第二の反射性電極、及び前記第一及び第二の反射性電極の間に設けられた第二の光透過層、有機層とを、含む第三の有機EL素子と、

前記第二の有機EL素子からの発光を色変換する第一の蛍光変換膜と、

10

20

30

40

50

前記第三の有機EL素子からの発光を色変換する第二の蛍光変換膜とを含み、
前記第二の有機EL素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機EL素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭く、

前記第三の有機EL素子からの発光の強度の角度分布が、前記第一の有機EL素子からの発光の強度の角度分布よりも、狭い有機EL表示装置。

4. 前記第二の光透過層の一部に第一の光透過層を含む3に記載の有機EL表示装置。

5. さらに、有機EL素子を封止する固体封止層を含む1~4のいずれかに記載の有機EL表示装置。

6. 前記第二の反射性電極と、前記蛍光変換膜の間に、固体封止層が設けられている5に記載の有機EL表示装置。

7. 前記第一及び/又は第二の光透過層が、透明導電層又は透明半導体層である1~6のいずれかに記載の有機EL表示装置。

8. 前記第一の反射性電極の光反射率が50%以上であり、前記第二の反射性電極の反射率が50%未満25%以上である1~7のいずれかに記載の有機EL表示装置。

9. 前記第一の反射性電極の光反射率が50%未満25%以上であり、前記第二の反射性電極の反射率が50%以上である1~7のいずれかに記載の有機EL表示装置。

10. 前記第一の反射性電極又は前記第二の反射性電極の少なくとも一方が、誘電体と透明電極の積層体からなる1~9のいずれかに記載の有機EL表示装置。

11. 前記第一の反射性電極又は前記第二の反射性電極の少なくとも一方が、金属膜と透明電極の積層体からなる1~9のいずれかに記載の有機EL表示装置。

12. 前記第一の反射性電極又は前記第二の反射性電極の少なくとも一方が、誘電体多層膜からなる1~9のいずれかに記載の有機EL表示装置。

13. 前記第一の蛍光変換膜と、前記第二の蛍光変換膜が、前記有機層からの発光をそれぞれ異なる色に変換する3に記載の有機EL表示装置。

14. 前記第一の有機EL素子からの発光の発光スペクトルの極大値の一つが青領域にあり、

前記第二の有機EL素子からの発光を色変換した、前記第一の蛍光変換膜からの発光の発光スペクトルの極大値の少なくとも一つが緑領域にあり、

前記第三の有機EL素子からの発光を色変換した、前記第二の蛍光変換膜からの発光スペクトルの極大値の少なくとも一つが赤色領域にある13に記載の有機EL表示装置。

15. 14に記載の表示装置からなるフルカラーデバイス。

【発明の効果】

【0010】

本発明においては、蛍光変換膜を含む画素と、含まない画素において、反射性電極間の光学膜厚を別々に調整して、有機EL素子からの光の強度の角度分布を変える。即ち、蛍光変換膜を含む画素では、角度分布をより狭くして、蛍光変換膜の最適波長により集中させることにより、発光効率を高める。さらに、蛍光変換膜を含む画素では、蛍光変換膜により吸収した光の方向性を消去して等方化されることにより、視野角特性が高まる。蛍光変換膜を含まない画素では、蛍光変換膜を含む画素に比べると角度分布を狭くする必要が無く、また、角度分布が狭い光を等方化する蛍光変換膜がないので、蛍光変換膜を含む画素より角度分布は広くなる。これによりこの画素においても、視野角特性が良くなる。

このように、本発明によれば、発光効率が高く視野角特性に優れた有機EL表示装置及びフルカラーデバイスが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

実施形態1

図1は本発明の有機EL表示装置の一実施形態を示す図であって、基板1の同一平面上に、第一の反射性電極2、光透過層3、有機層4、第二の反射性電極5、及び固体封止層6が順次積層され、この上に透明層8、緑色蛍光変換膜7G、赤色蛍光変換膜7Rが設けられている。反射性電極5は、金属膜5bと透明電極5aからなる。二つの反射性電極2

10

20

30

40

50

、5の一方が陽極であり、他方が陰極となる。矢印は光の取り出し方向を示す。

【0012】

ここで、第一の反射性電極2、有機層4、第二の反射性電極5、及び固体封止層6から、第一の有機EL素子が構成され、第一の反射性電極2、光透過層3、有機層4、第二の反射性電極5、及び固体封止層6から、第二の有機EL素子が構成される。L1は第一の有機EL素子の反射性電極2、5間の光学膜厚を、L2は第二の有機EL素子の反射性電極間2、5間の光学膜厚を模式的に示す。光学膜厚は後述するように、実際の膜厚と屈折率の積である。

【0013】

また、第一の有機EL素子と透明層8から、青色画素Iが構成され、第二の有機EL素子と緑色蛍光変換膜7Gから緑色画素IIが構成され、第二の有機EL素子と赤色蛍光変換膜7Rから、赤色画素IIIが構成される。

【0014】

有機層4からは青色光が発せられる。

青色画素Iにおいては、第二の反射性電極5からの青色光はそのまま透明層8を通して外へ出る。

緑色画素IIにおいては、第二の反射性電極5からの青色光は緑色蛍光変換膜7Gにより、緑色に変換されて外へ出る。

赤色画素IIIにおいては、第二の反射性電極5からの青色光は赤色蛍光変換膜7Rにより、赤色に変換されて外へ出る。

これら画素によりフルカラーデバイスが実現する。

尚、好ましくは、青色光の発光スペクトルの極大値は420～500、緑色光の発光スペクトルの極大値は500～550、赤色光の発光スペクトルの極大値は550～650である。

【0015】

緑色画素IIと赤色画素IIIにおいては、第二の有機EL素子の光学膜厚L2が後述するように調整されているので、有機層4から発せられた光が、対向する反射性電極2、5の間を繰り返し反射する際、多重干渉により、蛍光変換膜7G、7Rの最適波長が強められて、即ち、狭い角度分布で、反射性電極5から上方に出る。その結果、蛍光変換膜が吸収する光の強度が強められて、蛍光変換膜7G、7Rからの発光効率が高くなる。さらに、蛍光変換膜7G、7Rは、有機層4より放出される光を吸収し、その方向性を消去して等方化する機能も有している。従って、第二の有機EL素子からの角度分布が狭い光は、蛍光変換膜7G、7Rにより、等方化されて外へ出る。その結果、視野角が極めて広くなる。一方、青色画素Iにおいては、第一の有機EL素子の光学膜厚L1が後述するように調整されているので、緑色画素IIと赤色画素IIIと同様に、有機層4から発せられた光が、対向する反射性電極2、5の間を繰り返し反射する際、多重干渉によって青色波長が強められて、反射性電極5から上方に出る。しかしながら、光学膜厚L1が光学膜厚L2に対して後述するように調整されているので、第一の有機EL素子からの発光の角度分布は、第二の有機EL素子からの角度分布より広い。従って、青色画素Iにおいては、蛍光変換膜が無くても、視野角が広い。

【0016】

尚、本実施形態において、発光強度の角度分布は次のように定義される。測光面積より充分広い発光面に対し、発光面の法線方向から輝度計を用いて測定した輝度を L_0 とする。法線から角度 θ だけ傾いた方向から測定した輝度を $L(\theta)$ とすると、 $L(\theta) \cdot \cos \theta / L_0$ が発光強度の角度分布を表す。

【0017】

第二の有機EL素子から放出される光の強度の角度分布が、第一の有機EL素子から放出される光の強度の角度分布よりも狭くするためには、一対の反射性電極2、5によって定められる反射性界面間の光学膜厚Lを、式(1)を満たす範囲で、蛍光変換膜を備えた緑色、赤色画素II、IIIのmが、蛍光変換膜を備えない青色画素Iのmよりも大きくなる

10

20

30

40

50

よう構成する。

$$(2L)/\lambda + \Phi/(2\pi) = m \quad (m \text{ は整数}) \quad (1)$$

L: 反射性界面間の光学膜厚

Φ : 有機層で発生した光が反射性電極の両界面で反射する際に生じる位相シフト

λ : 有機層で発生した光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長

【0018】

ここでmは1～10の整数になるよう構成されることが好ましく、より好ましくはmは1～5の整数になるよう構成され、さらに好ましくは緑色、赤色画素II、IIIのmが2、青色画素Iのmが1になるよう構成されることが好ましい。

【0019】

ここで反射性界面間の光学膜厚Lを求める方法を以下に述べる。まず、反射性電極2, 5の間(有機層4)を構成する材料単独の薄膜を支持基板上に作製する。次にエリブソメータ等の装置を用い、作製した薄膜試料の光学測定を行い、材料の屈折率nを求める。最後に、有機EL素子を作製したときの各層の膜厚dと屈折率nの積を計算し、その総和を求めることで得られる。例えば有機層4を構成する各層の各屈折率 n_1, n_2, \dots, n_k と膜厚 d_1, d_2, \dots, d_k の場合、光学膜厚Lは式(2)として求められる。

$$L = n_1 \times d_1 + n_2 \times d_2 + \dots + n_k \times d_k \quad (2)$$

【0020】

また位相シフト Φ は以下の式(3)で表される。

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 \quad (3)$$

ここで、 Φ_1 は次のように求める。まず、支持基板上に、目的とする反射性電極2を形成し、エリブソメータ等の装置を用い、作製した薄膜試料の光学測定を行い、材料の屈折率 n_0 と消費係数 k_0 を求める。反射性電極での光の振幅反射率rは式(4)で求めることができる。ここで、 n_1 は、反射性電極2と接する層のうち反射性電極5と同じ側の層の材料の屈折率、iは虚数単位である。

【数1】

$$r = \frac{n_1 - (n_0 - i\kappa_0)}{n_1 + (n_0 - i\kappa_0)} \quad (4)$$

振幅反射率rは複素数であり、 $r = a + i \cdot b$ と表すことができる。このとき、 Φ_1 は次の式(5)で計算することができる。

【数2】

$$\Phi_1 = \arctan\left(\frac{2n_1\kappa_0}{n_1^2 - n_0^2 - \kappa_0^2}\right) \quad (5)$$

【0021】

また、 Φ_2 についても、反射性電極5の屈折率と消費係数、さらに反射性電極5と接する層のうち反射性電極2と同じ側の層の材料の屈折率を求めたのち、式(5)を用いて計算することができる。

【0022】

反射性電極2, 5は、有機層4から放出される光を反射する機能を有する電気伝導性膜であり、通常反射率10%以上のものであるが、一対の反射性電極2, 5のうち、一方が反射率50%以上、特に70%以上であり、他方が反射率25%以上であるのが、本発明の効果の点から好ましい。さらに一対の反射性電極2, 5のうち、反射率50%以上の電極の膜厚が、100～300nmであり、他方が5～50nmであるのが、本発明の効果

10

20

30

40

50

の点から好ましい。

【0023】

この実施形態においては、第二の反射性電極5から、有機層4より放出された光を取り出すために、第二の反射性電極5の光反射率は、第一の反射性電極2の光反射率より小さいことが好ましい。

【0024】

本発明における反射性電極の反射率とは、次の方法で測定される値のことである。まず、反射率が既知であるミラー（例えば、弗化マグネシウム／アルミニウム積層ミラー）を用意し、この反射率を R_0 とする。タングステンランプ等の光源を用い、該ミラーの反射強度を、反射型顕微分光測定装置を用いて測定する。このようにして得たミラーの反射強度を I_0 とする。次に、反射性電極の反射強度を同様に測定する。このときの反射強度を I_{e1} とする。このとき、反射性電極の反射率 R は式（6）で計算された値とする。

$$R = R_0 \times (I_{e1} / I_0) \quad (6)$$

【0025】

また、蛍光変換膜を備えた画素II、IIIから放出される光の強度を強めるためには、蛍光変換膜7G、7Rから遠い側の反射性電極2のみ厚くすることが望ましい。

【0026】

本実施形態の有機EL素子に、直流電圧を印加する場合には、陽極を＋、陰極を－の極性として電圧5～40V程度を印加すると、色純度の高い発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が＋、陰極が－の状態になったときのみ発光する。尚、印加する交流の波形は任意でよい。

【0027】

尚、本実施形態では、第一の有機EL素子は光学膜厚調整層を含んでいないが、光学膜厚調整層を含んで、光学膜厚を調整してもよい。また、第一及び第二の有機EL素子を含む光学膜厚調整層は、単一の層でもよいし、複数の層でもよい。

さらに、画素I、II、IIIにおいて、それぞれ、青、緑、赤カラーフィルターを設けてもよい。

【0028】

実施形態2

図2は、本発明の有機EL表示装置の他の実施形態を示す図である。

この有機EL表示装置は、図2に示すように、赤色画素IIIにおいて、第一の光透過層とは異なる第二の光透過層を設けている点が、実施形態1の有機EL表示装置と異なる。

【0029】

この実施形態において、第一の反射性電極2、有機層4、第二の反射性電極5、及び固体封止層6から、第一の有機EL素子が構成される。

第一の反射性電極2、第一の光透過層3、有機層4、第二の反射性電極5、及び固体封止層6から、第二の有機EL素子が構成される。

第一の反射性電極2、第二の光透過層9、有機層4、第二の反射性電極5、及び固体封止層6から、第三の有機EL素子が構成される。第二の光透過層9は、第一の光透過層3と同じ光透過層の上にさらに光透過層を設けている。この光透過層は、第一の光透過層と同じ材料又は異なる材料から形成できる。

L1は第一の有機EL素子の反射性電極2、5の光学膜厚を、L2は第二の有機EL素子の反射性電極2、5の光学膜厚を、L3は第三の有機EL素子の反射性電極2、5の光学膜厚を模式的に示す。

【0030】

また、第一の有機EL素子と透明層8から、青色画素Iが構成され、第二の有機EL素子と緑色蛍光変換膜7Gから緑色画素IIが構成され、第三の有機EL素子と赤色蛍光変換膜7Rから、赤色画素IIIが構成される。

【0031】

10

20

30

40

50

前述したように、光透過層の膜厚により光学膜厚 $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ を調整して、第二の有機 E L 素子からは蛍光変換膜 7 G の最適波長が強められて、第一の有機 E L 素子より狭い角度分布で発光し、第三の有機 E L 素子からは蛍光変換膜 7 R の最適波長が強められて、第一の有機 E L 素子よりも狭い角度分布で発光する。その結果、蛍光変換膜が吸収する光の強度が増加するため、蛍光変換膜 7 G、7 R からの発光効率が高くなる。さらに、実施形態 1 と同様に、第二及び第三の有機 E L 素子からの角度分布が狭い光は、蛍光変換膜 7 G、7 R により、等方化されて外へ出る。

【0032】

実施形態 3

図 3 は、本発明の有機 E L 表示装置の他の実施形態を示す図である。

10

本実施形態の有機 E L 表示装置は、図 3 に示すように、基板 1 の同一平面上に、蛍光変換膜 7 G、7 R 及び透明層 8、第二の反射性電極 5、光透過層 3、有機層 4、第一の反射性電極 2、及び固体封止層 6 をこの順に積層して構成される。この有機 E L 表示装置は、蛍光変換膜 7 G、7 R 及び透明層 8 の位置と、光取り出し方向が、実施形態 1 の有機 E L 表示装置と異なる。

【0033】

即ち、この装置では、有機層 4 からの光が、透明層 8 から、又は蛍光変換膜 7 G、7 R で色変換されて、基板 1 から外へ出る。実施形態 1 と同様に、 $L1$ 、 $L2$ を調整することにより、緑色、赤色画素 II、III では、有機層 4 からの光の角度分布が狭くして、蛍光変換膜 7 G、7 R により等方化している。

20

尚、この実施形態では、第一の反射性電極 2 の反射率を高くする。

【0034】

実施形態 4

図 4 は、本発明の有機 E L 表示装置の他の実施形態を示す図である。

本実施形態の有機 E L 表示装置は、図 4 に示すように、蛍光変換膜 7 G、7 R 及び透明層 8、基板 1、第二の反射性電極 5、有機層 4、光透過層 3、第一の反射性電極 2、及び固体封止層 6 をこの順に積層して構成される。

【0035】

ここで、第一の反射性電極 2、有機層 4、第二の反射性電極 5、及び固体封止層 6 から、第一の有機 E L 素子が構成され、第一の反射性電極 2、光透過層 3、有機層 4、第二の反射性電極 5、及び固体封止層 6 から、第二の有機 E L 素子が構成される。

30

【0036】

この有機 E L 表示装置では、有機層 4 からの光が、基板 1 を通して、透明層 8 から、又は蛍光変換膜 7 G、7 R で色変換されて、外へ出る。実施形態 1 と同様に、 $L1$ 、 $L2$ を調整することにより、緑色、赤色画素 II、III では、有機層 4 からの光の角度分布が狭くして、蛍光変換膜 7 G、7 R により等方化している。

尚、この実施形態では、第一の反射性電極 2 の反射率を高くする。

【0037】

実施形態 1-4 において、各部材間に、本発明の目的を損なわない限り、他の介在層があってもよい。例えば、実施形態 1、2、3 においては、蛍光変換膜 7 G、7 R と反射性電極 5 との間に、所望により光透過性の層を介在させてもよい。この光透過性の層としては、例えばガラス、酸化物、透明性ポリマー等からなる層が挙げられる。

40

【0038】

実施形態 1-4 において、光透過層 3、9 は第一及び第二の反射電極 2、5 の間ならどこに形成しても良いが、製造上の便宜から有機層 4 に接するように形成される。

【0039】

上記の実施形態に使用する部材について以下に説明する。この他本発明の要件を満たす限り公知のものが使用できる。

【0040】

1. 反射性電極

50

反射性電極として、次の(1)～(4)に示すものを挙げるができる。

(1) 金属電極

光を反射する金属からなるもの、例えば Au、Ag、Al、Pt、Cu、W、Cr、Mn、Mg、Ca、Li、Yb、Eu、Sr、Ba、Na 等、及びこれらの金属の中から適宜二種以上選り形成された合金、具体的には Mg:Ag、Al:Li、Al:Ca、Mg:Li 等からなるものを挙げるができる。これらの金属又は合金の中で、仕事関数 4.0 eV 以下のものは陰極として好ましく、一方 4.5 eV 以上のものは陽極として好適である。

【0041】

(2) 金属膜／透明電極又は透明電極／金属膜からなる積層反射性電極

透明電極自体は反射率が低いので、金属膜と積層することにより、反射率を高めることができる。透明電極としては、導電性酸化物が好ましく、特に ZnO:Al、ITO (インジウムチンオキシド)、SnO₂:Sb、InZnO 等が好ましい。一方、金属膜としては、上記(1)で述べた金属又は合金からなる膜を好ましく挙げるができる。この積層反射性電極においては、有機層と接する部分に透明電極、金属膜のいずれを設けてもよい。

【0042】

(3) 誘電体膜／透明電極又は透明電極／誘電体膜からなる積層反射性電極

透明電極自体は、前記したように反射率が低いので、高屈折率又は低屈折率の誘電体膜を積層することにより、反射率を高めることができる。ここで、高屈折率誘電体膜としては、屈折率 1.9 以上の透明性酸化物膜や透明性窒化物膜が好ましく、また、硫化物膜又はセレン化合物も透明性のものであれば好ましい。

【0043】

このような高屈折率誘電体膜の例としては、ZnO、ZrO₂、HfO₂、TiO₂、Si₃N₄、BN、GaN、GaInN、AlN、Al₂O₃、ZnS、ZnSe、ZnS₂ 等からなる膜が好ましく挙げられる。また、これらを粉体にしポリマー中に分散させて形成した膜を用いてもよい。

【0044】

一方、低屈折率誘電体膜としては、屈折率 1.5 以下の透明性の酸化物やフッ化物からなる膜、酸化物やフッ化物を粉体にしポリマー中に分散させて形成した膜、あるいはフッ素化ポリマー膜等を好ましく挙げるができる。具体的には MgF₂、CaF₂、BaF₂、NaAlF₄、SiOF 等からなる膜、これらの化合物を粉体にしポリマー中に分散させて形成した膜、あるいはフッ素化ポリオレフィン、フッ素化ポリメタクリレート、フッ素化ポリイミド等からなる膜が好適である。

【0045】

(4) 誘電体多層膜／透明電極又は誘電体多層膜／金属電極からなる積層反射性電極

この積層反射性電極における誘電体多層膜は、上記(3)で説明した高屈折率の誘電体膜と低屈折率の誘電体膜とを、交互に多数回積層したものである。また、透明電極としては、上記(2)で説明したものを挙げることができ、金属電極としては、上記(1)で説明したものを挙げるができる。

【0046】

本発明においては、一対の反射性電極の一つが、高屈折率誘電体と透明電極との積層体又は誘電体多層膜を含むものが特に好適である。このような反射性電極は、例えば蒸着法やスパッタリング法等により作製することができる。蒸着法の例としては、抵抗加熱法や電子ビーム法等が挙げられ、またスパッタリング法の例としては、DCスパッタリング法、イオンビームスパッタリング法、ECR (エレクトロンサイクロンレゾナンス) 法等が挙げられる。

【0047】

2. 基板

光を取り出す経路に基板がある場合には、光透過性を有する基板が用いられる。このよ

10

20

30

40

50

うな基板としては、例えばガラス、石英、有機高分子化合物等からなるものが挙げられるが、これらの中では、屈折率 1.6 以下のものが好適である。

【0048】

3. 光透過層

本発明において光透過層とは、一対の反射性電極間の光学膜厚を調整する層であって、可視光に対して透明な物質（可視光領域における透過率 50% 以上）をいう。

光透過層に用いられる材料としては透明であれば特に制限はないが、透明導電材料又は透明半導体材料、透明有機材料が好適である。

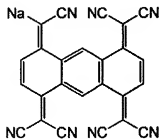
【0049】

透明導電材料又は透明半導体材料としては、導電性酸化物が好ましい。導電性酸化物の例として、ITO（錫ドーブ酸化インジウム）、IZO（亜鉛ドーブ酸化インジウム）、 ZnO 、 $ZnO:Al$ 、 SnO_2 、 $SnO_2:Sb$ 、 In_2O_3 、 NbO 、 LaO 、 NdO 、 SmO 、 EuO_x 、 MoO_3 、 MoO_2 、 ReO_2 、 ReO_3 、 OsO_2 、 IrO_2 、 PtO_2 、 $LiTi_2O_4$ 、 LiV_2O_4 、 Er_xNbO_3 、 $LaTiO_3$ 、 $SrVO_3$ 、 $CaCrO_3$ 、 Sr_xCrO_3 、 A_xMoO_3 、 AV_2O_5 （ $A=K, Cs, Rb, Sr, Na, Li, Ca$ ）等を挙げることができる。

【0050】

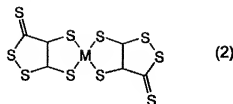
透明有機材料としては、後述の有機層で用いる材料や導電性有機ラジカル塩、導電性ポリマー等を挙げることができる。導電性有機ラジカル塩の例としては、TTF（テトラチアフルвален）、TTT（テトラチオテトラセン）、TPBP（テトラフェニルビピラニリデン）、HMTTF（ヘキサメチレンテトラテルラフルвален）、TMTSF（テトラメチルテラセレナフルвален）、TMTTF（テトラメチルテトラチアフルвален）、BEDT-TTF（ビスエチレンジチオ-テトラチアフルвален）、BEDO-TTF（ビスエチレンジオクソ-テトラチアフルвален）、DMET（ジメチルエチレンジチオセレナジチアフルвален）、ETP（エチレンジチオプロピレンジチオテトラチアフルвален）等をドナーとし、アクセプターとして、TCNQ（テトラシアノキノジメタン）、TCNQ-4F（フッ素化テトラシアノキノジメタン）、TCNDQ（テトラシアノフェノキノジメタン）、TCNTQ（テトラシアノトリフェノキノジメタン）、TNAP（テトラシアノ2,6-ナフトキノジメタン）、TANT（11,11,12,12-テトラシアノ2,6-アントラキノジメタン）、DCNQI（ジシアノキノンジニン）、下記式（1）で表されるOCNAQ、下記式（2）で表される $M(dmit)_2$ （ $M=Ni, Nd, Zn, Pt$ ）等の有機材料や、 TaF_6 、 AsF_6 、 PF_6 、 ReO_4 、 ClO_4 、 BF_4 、 $Au(CN)_2$ 、 $Ni(CN)_4$ 、 $CoCl_4$ 、 $CoBr_4$ 、 I_3 、 I_2Br 、 IBr_2 、 AuI_2 、 $AuBr_2$ 、 Cu_5I_6 、 $CuCl_4$ 、 $Cu(NCS)_2$ 、 $FeCl_4$ 、 $FeBr_4$ 、 $MnCl_4$ 、 $KHg(SCN)_4$ 、 $Hg(SCN)_3$ 、 $NH_4(SCN)_4$ 等を組み合わせた塩を挙げることができる。また、有機材料のアクセプターと組み合わせるドナーとしては、 Li 、 K 、 Na 、 Rb 、 Ca 、 Cs 、 La 、 NH_4 等も用いることができる。

【化1】



(1)

【化 2】



【0051】

導電性ポリマーとしては、ポリアセチレン、ポリアズレン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン、ポリアセン、ポリフェニレンアセチレン、ポリジアセチレン、ポリピロール、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリチエニレンビニレン等を挙げることができる。また後述の固体封止層で用いる材料として示したもののうち光透過性を有する材料も用いることができる。これらは単独で用いてもよく、混合または積層してもよい。

【0052】

4. 有機層

一对の反射性電極間に挟持される有機層として、例えば陽極の反射性電極側から陰極の反射性電極側にかけて、以下の構成が例示される。

- (1) 正孔注入層／発光層
- (2) 正孔輸送層／発光層
- (3) 発光層／電子注入層
- (4) 正孔注入層／発光層／電子注入層
- (5) 正孔輸送層／発光層／電子注入層
- (6) 正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層
- (7) 正孔注入層／発光層／正孔阻止層／電子注入層
- (8) 正孔注入層／発光層／電子注入層／付着改善層
- (9) 正孔輸送層／発光層／付着改善層
- (10) 正孔注入層／電子障壁層／発光層／電子注入層

である構成等を挙げることができる。これらの構成の中で、正孔輸送層／発光層、正孔輸送層／発光層／電子注入層及び正孔輸送層／発光層／付着改善層の構成が好適である。尚、有機層は必要により無機化合物層を含むこともできる。

【0053】

上記有機層部における発光層としては、通常の発光層と同様に、(a) 注入機能（電圧印加時に、陽極又は正孔輸送領域層より正孔を注入可能であり、かつ陰極又は電子注入層より電子を注入可能である。）、(b) 輸送機能（正孔及び電子を電界の力により移動させることが可能である。）、(c) 発光機能（正孔と電子の再結合の場を提供し、発光させることが可能である。）を有するものである。この層の厚さは、特に制限はなく、前記式(1)のmを満たす範囲で適宜状況に応じて決定することができるが、好ましくは1 nm～10 μm、特に好ましくは5 nm～5 μmである。

【0054】

上記発光層の形成方法としては、例えば蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができるが、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで、分子堆積膜とは、該化合物の気相状態から沈着され形成された薄膜や、該化合物の溶融状態又は液相状態から固体化され形成された膜のことである。通常、この分子堆積膜はLB法により形成された薄膜（分子累積膜）と凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区別することができる。また、上記発光層は樹脂等の結着材と共に溶剤に溶かして溶液としたのち、これをスピコート法等により薄膜化して形成することができる。

【0055】

次に、正孔輸送層は、必ずしも必要なものではないが、発光性能の向上のため用いた方

10

20

30

40

50

が好ましい。この正孔輸送層としては、より低い電界で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、少なくとも $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ であれば尚好ましい。正孔輸送材料は、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷輸送材として慣用されているものや EL 素子の正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0056】

正孔輸送層は、正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、LB法等の公知の薄膜法により製膜して形成することができる。

この正孔輸送層の膜厚は、特に制限はないが、通常は $5 \text{ nm} \sim 5 \mu\text{m}$ である。この正孔輸送層は、正孔輸送材料一種又は二種以上からなる一層で構成されていてもよいし、あるいは、別種の材料からなる複数の正孔輸送層を積層したものであってもよい。

【0057】

電子を発光層内に留めておくため、発光層と陽極の反射性電極の間には電子障壁層を用いることができる。

【0058】

電子注入層は、電子注入材料からなるものであって、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有している。このような電子注入材料について特に制限はなく、従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

電子注入層は、電子注入材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の薄膜化法により製膜して形成することができる。

電子注入層としての膜厚は、通常は $5 \text{ nm} \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲で選ばれる。この電子注入層は、これらの電子注入材料一種又は二種以上からなる一層で構成されてもよいし、あるいは、別種の材料からなる複数の電子注入層を積層したものであってもよい。

【0059】

さらに、付着改善層としては、電子伝達性に優れ、かつ発光層及び陰極に対して付着性の高い材料を含有するものが好ましい。このような材料としては、例えば 8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体、例えばオキシシン（一般に 8-キノリノール又は 8-ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物が挙げられる。具体的には、トリス（8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5, 7-ジクロロ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5, 7-ジプロモ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、並びにアルミニウム以外のインジウム、マグネシウム、銅、ガリウム、スズ、鉛の錯体等を挙げることができる。

【0060】

5. 固体封止層

固体封止層に用いる材料としては酸化シリコン（ SiO_2 ）、窒化シリコン（ Si_3N_4 ）等を用いることができ、例えば、 $500 \sim 10000 \text{ nm}$ の膜厚で成膜される。

【0061】

6. 蛍光変換膜

蛍光変換膜は、有機層より放出される中心波長 λ の光の色を変えるために、放出光を取り出す側の反射性電極の外部に設けられるものであって、蛍光体からなる。

【0062】

この蛍光変換膜に用いられる材料としては無機蛍光体、有機蛍光体があり、特に有機蛍光物質をポリマー中に分散したものが好適である。この有機蛍光物質としては、例えばクマリン類、ローダミン類、フルオロセイン類、シアニン類、ポリフィリン類、ナフタリミド類、ペリレン類、キナクリドン類等が、蛍光量子収率が高いので好ましい。特に好ましいものは、ポリマーバインダー中に分散された状態で蛍光量子収率が 0.3 以上のものである。この有機蛍光物質は一種用いてもよく、二種以上を組み合わせて用いてもよい。また、ポリマーバインダーとしては、透明性樹脂、例えばポリメタクリレート、ポリカー

10

20

30

40

50

ポネート、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、ポリアミック酸、ポリオレフィン、ポリスチレン等が好ましく用いることができる。

【0063】

この蛍光変換膜は、有機層より放出される中心波長λの光を吸収し、その方向性を消去して等方化する機能も有している。このような蛍光変換膜の作製方法については特に制限はなく、様々な方法を用いることができる。例えばポリマーバインダー中に有機蛍光物質を分散させたのち、これをキャスト法、スピンコート法、印刷法、バーコート法、押し出し成形法、ロール成形法、プレス法、スプレー法、ロールコート法等の方法を用いて、通常500～50000nm、好ましくは1000～5000nmの膜厚になるように製膜することにより、蛍光変換膜が得られる。これらの製膜方法において有機溶媒を用いる場合には、該有機溶媒としては、例えばジクロロメタン；1，2-ジクロロエタン；クロロホルム；アセトン；シクロヘキサノン；トルエン；ベンゼン；キシレン；N，N-ジメチルホルムアミド；ジメチルスルホキシド；1，2-ジメトキシエタン；ジエチレングリコールジメチルエーテル等を用いることができる。これらの溶媒は、それぞれ単独で用いてもよく、二種以上を混合して用いてもよい。

【0064】

7. 透明層

本発明において透明層とは、第一の有機EL素子からの発光の全部又は一部を通過させる層をいう。可視光領域における透過率50%以上のものが好ましい。

【0065】

透明層の材料として、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂（高分子）等を挙げることができる。これらは、一種単独で用いてもよく、或いは、二種以上を混合して用いてもよい。

【0066】

また、必用に応じて透明層として色純度を調整するためのカラーフィルタ材料を用いても良い。カラーフィルタ材料としては、色素又は、色素をバインダー樹脂中に溶解又は分散させた固体状態のものを挙げることができる。色素の例としては、銅フタロシアニン系顔料、インダンスロン系顔料、インドフェノール系顔料、シアニン系顔料、ジオキサジン系顔料等を挙げることができる。あるいは二種類以上の混合物で用いてもよい。色素のバインダー樹脂の例としては、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂（高分子）等を挙げることができる。一種単独あるいは、二種以上を混合して用いてもよい。なお、バインダー樹脂は、フォトリソグラフィ法が適用できる感光性樹脂を使用することが好ましい。このような感光性樹脂の例としては、アクリル酸系、メタクリル酸系、ポリケイ皮酸ビニル系、環化ゴム系等の反応性ビニル基を有する光硬化型レジスト材料等を挙げることができる。これらの感光性樹脂は、一種単独又は二種以上の混合として使用してもよい。

【0067】

8. 有機EL素子の製造方法

有機EL素子の好適な作製法を、基板／第一の反射性電極膜／光学膜厚調整層／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／第二の反射性電極／固体封止層／蛍光変換膜の構成を例に挙げて説明する。

【0068】

まず適当な透明基板上に赤色蛍光媒体、緑色蛍光媒体、青色カラーフィルタからなる蛍光媒体を形成した。蛍光媒体の形成方法としてはスピンコート法や印刷法等により行い、通常500～50000nm、好ましくは1000～5000nmの範囲の膜厚になるように設ける。

【0069】

一方、別の適当な基板上に、蒸着やスパッタリング等の方法により、所望の膜厚の第一

10

20

30

40

50

の反射性電極（陽極）と光透過層を作製する。その後、エッチング等により蛍光変換膜を備える画素の部分にのみ、光透過層を残す。その後、正孔注入材料、正孔輸送材料、発光材料及び電子注入材料からなる各薄膜を形成する。

【0070】

この薄膜化の方法としては、スピンコート法、キャスト法、蒸着法等があるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくい等の点から、真空蒸着法が好ましい。該薄膜化に、この蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類、分子堆積膜の目的とする結晶構造、会合構造等により異なるが、一般にボート加熱温度50～450℃、真空度 10^{-5} ～ 10^{-8} Pa、蒸着速度0.01～50 nm/sec、基板温度-50～300℃、膜厚5 nm～5 μmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。次にこれらの層の形成後、その上に第二の反射性電極（陰極）を、通常10～500 nm好ましくは、50～200 nmの範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリング等の方法により設ける。

【実施例】

【0071】

実施例1

(1) 蛍光変換膜基板の作製（RGB画素を有する蛍光媒体の作製方法）

25 mm×75 mm×1.1 mmの支持基板（透明基板）（OA2ガラス：日本電気硝子社製）上に、ブラックマトリックス（BM）の材料としてV259BK（新日鉄化学社製）をスピンコートし、格子状のパターンになるようなフォトマスクを介して紫外線露光し、2%炭酸ナトリウム水溶液で現像後、200℃でベークして、ブラックマトリックス（膜厚1.5 μm）のパターンを形成した。

【0072】

次に、青色カラーフィルタの材料として、V259B（新日鉄化学社製）をスピンコートし、長方形（90 μmライン、240 μmギャップ）のストライプパターンが320本得られるようなフォトマスクを介して、BMに位置合わせて紫外線露光し、2%炭酸ナトリウム水溶液で現像後、200℃でベークして、青色カラーフィルタ（膜厚1.5 μm）のパターンを形成した。

【0073】

次に、緑色カラーフィルタの材料として、V259G（新日鉄化学社製）をスピンコートし、長方形（90 μmライン、240 μmギャップ）のストライプパターンが320本得られるようなフォトマスクを介して、BMに位置合わせて紫外線露光し、2%炭酸ナトリウム水溶液で現像後、200℃でベークして、青色カラーフィルタの隣に緑色カラーフィルタ（膜厚1.5 μm）のパターンを形成した。

【0074】

次に、赤色カラーフィルタの材料として、V259R（新日鉄化学社製）をスピンコートし、長方形（90 μmライン、240 μmギャップ）のストライプパターンが320本得られるようなフォトマスクを介して、BMに位置合わせて紫外線露光し、2%炭酸ナトリウム水溶液で現像後、200℃でベークして、青色カラーフィルタと緑色カラーフィルタの間に赤色カラーフィルタ（膜厚1.5 μm）のパターンを形成した。

【0075】

次に、緑色蛍光媒体の材料として、0.04 mol/kg（対固形分）となる量のクマリン6をアクリル系ネガ型フォトレジスト（V259PA、固形分濃度50%：新日鉄化学社製）に溶解させたインキを調製した。

このインキを、先の基板上にスピンコートし、緑色カラーフィルタ上に紫外線露光し、2%炭酸ナトリウム水溶液で現像後、200℃でベークして、緑色カラーフィルタ上に緑色変換膜のパターン（膜厚10 μm）を形成した。

【0076】

次に、赤色蛍光媒体の材料として、クマリン6：0.53 g、ベースックバイオレット11：1.5 g、ローダミン6G：1.5 g、アクリル系ネガ型フォトレジスト（V25

10

20

30

40

50

9 P A、固形分濃度 50 %：新日鉄化学社製）：100 g に溶解させたインキを調製した。

このインキを、先の基板上にスピンコートし、赤色カラーフィルタ上に紫外線露光し、2 % 炭酸ナトリウム水溶液で現像後、180℃でベークして、赤色カラーフィルタ上に赤色変換膜のパターン（膜厚 10 μm）を形成し、蛍光変換膜基板を得た。

【0077】

平坦化膜として、アクリル系熱硬化性樹脂（V259PH：新日鉄化学製）を先の基板上にスピンコートし、180℃でベークして平坦化膜（膜厚 12 μm）を形成した。このようにして、蛍光媒体を形成した封止用部材を作製した。

【0078】

（2）有機EL素子の作製

一方、縦 25 mm、横 75 mm、厚さ 1.1 mm のガラス基板（コーニング 7059）をイソプロピルアルコール洗浄及び紫外線洗浄した後、この基板を、真空蒸着装置（日本真空技術（株）製）内の基板ホルダーに固定した。

この基板の上に、クロム（Cr）膜をスパッタリング法によって形成した。この際、スパッタリングガスにアルゴン（Ar）を用いて成膜雰囲気内のガス圧力を 0.2 Pa 程度に保ち、DC 出力を 300 W に設定して成膜を行い、200 nm 程度の膜厚とした。この Cr 膜は反射性電極として機能する。

【0079】

この Cr 膜に続けて、IZO をスパッタリング成膜して 50 nm 積層した。その後エッチングにより、蛍光変換膜を備える画素の部分にのみ、IZO 膜を残した。この IZO 膜は光透過層として機能する。

【0080】

次いで、基板を真空蒸着装置に移動した。真空蒸着装置内のモリブテン製の加熱ボードには予め、正孔注入材料として、N、N'-ビビス（N、N'-ジフェニル-4-アミノフェニル）-N、N'-ジフェニル-4、4'-ジアミノ-1，1'-ビフェニル膜（TPD 232）、及び正孔輸送材料として、4，4'-ビビス〔N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（NPD）、有機発光材料としてスチリル誘導体 DPVDPAN と、式〔1〕で示される B1、電子注入材料として、トリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq）をそれぞれ充填した。この状態で、蒸着装置の真空度を 655×10⁻⁷ Pa まで減圧し、式〔1〕の m の値が、蛍光変換膜を備える画素の部分が 2、かつ蛍光変換膜を備えない画素の部分が 1 となるように各層の膜厚を調整し、電子注入層から正孔注入層の形成まで、途中で真空状態を破らず、一回の真空引きで積層した。

【0081】

さらにマグネシウム（Mg）と銀（Ag）との合金層を、Mg と Ag との成膜速度の比を Mg：Ag = 9：1 として 10 nm の膜厚で蒸着した。

この Mg：Ag 膜は反射性電極として機能する。

次に、基板をスパッタリング装置に移動して、上部電極として機能する IZO をスパッタリング成膜して 500 nm 積層した。

【0082】

次に、乾燥窒素を導入したドライボックス内で、上部電極上に、フルオレン骨格を有するポリエステル樹脂である OPEET 樹脂をラミネートして封止媒体を成膜し、有機 EL 素子を作成した。

【0083】

（3）有機EL表示装置の作製

上記〔1〕で得られた蛍光変換膜基板を上記〔2〕で作製した有機EL素子の封止媒体上に配置した。そして、蛍光変換膜基板の周辺部に対してカチオン硬化型接着剤 TB3102（スリーボンド（株）製）で処理し、光硬化させて有機EL表示装置を作製した。

【0084】

（4）有機EL表示装置の評価

10

20

30

40

50

上記(2)で作製した有機EL素子の上記電極とCr反射性電極との間に、アクティブマトリックス回路を介して、DC12Vの電圧を印加した。トプコン製分光放射輝度計SR-3(0.1°視野)を用いて、蛍光変換膜を設ける画素の部分と蛍光変換膜を設けない画素の部分の発光面の正面からの発光強度をそれぞれ測定した。さらに上記分光放射輝度計を基板正面から傾斜させ、正面からの発光強度の半分の値が得られる角度をそれぞれ測定した。その結果、蛍光変換膜を設ける部分の画素では32°、蛍光変換膜を設けない部分の画素では51°であった。即ち、蛍光変換膜を設けない部分の画素からの発光は強度の角度分布が大きく、蛍光変換膜を備えない部分の画素からの発光は強度の角度分布が小さかった。

【0085】

また、上記(3)で作製した有機EL表示装置の上部電極と、Cr反射性電極との間に、アクティブマトリックス回路を介して、DC12Vの電圧を印加したところ、白色発光した。前記分光放射輝度計を用いて発光面の正面からの発光強度を測定したところ、発光効率率は12cd/Aであった。また、有機EL表示装置の斜め方向からみても白色にみえた。

【0086】

比較例1

有機EL素子の蛍光変換膜を設ける画素の部分も蛍光変換膜を設けない画素の部分も式(1)のmの値が1となるように各層の膜厚を調整した以外は、実施例1と同様に有機EL素子及び有機EL表示装置を作製し、評価した。

有機EL素子の蛍光変換膜を備える部分の画素からの発光の強度の角度分布は52°、蛍光変換膜を備えない部分の画素からの発光の強度の角度分布は52°であった。

一方、有機EL表示装置は白色の発光であったが、発光効率が9cd/Aと実施例1に比較して低いものであった。

【0087】

比較例2

有機EL素子の蛍光変換膜を設ける画素の部分も蛍光変換膜を設けない画素の部分も式(1)のmの値が2となるように各層の膜厚を調整した以外は、実施例1と同様に有機EL素子及び有機EL表示装置を作製し、評価した。

有機EL素子の蛍光変換膜を設ける部分の画素からの発光の強度の角度分布は32°、蛍光変換膜を設けない部分の画素からの発光の強度の角度分布は32°であった。

一方、有機EL表示装置は白色の発光であり、発光効率が12cd/Aであったが、正面からは白色に見えても、斜め方向からは黄色味がかって見える有機EL表示装置であった。これは、有機EL素子の蛍光変換膜を設けない部分の画素からの発光の強度の角度分布が小さいため、青色画素の視野角が狭いためである。

【0088】

【表1】

	蛍光変換膜を 備えた画素の mの値	蛍光変換膜を 備えない画素の mの値	白色の 発光効率 (cd/A)	基板正面から測定した光の 1/2の強度が得られる視野角度 (°)	
				蛍光変換膜を 備えた画素	蛍光変換膜を 備えない画素
実施例1	2	1	12	32	51
比較例1	1	1	9	52	52
比較例2	2	2	12	32	32

【産業上の利用可能性】

【0089】

本発明の有機EL表示装置及びフルカラーディスプレイは、様々な民生用及び工業用のディスプレイ、具体的には、携帯電話、PDA、カーナビ、モニター、TV等のディスプレイ

10

20

30

40

50

として利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の有機EL表示装置の一実施形態を示す図である。

【図2】本発明の有機EL表示装置の他の実施形態を示す図である。

【図3】本発明の有機EL表示装置の他の実施形態を示す図である。

【図4】本発明の有機EL表示装置の他の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

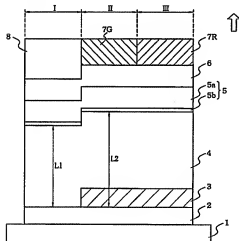
【0091】

- 1 基板
- 2 第一の反射性電極
- 3 光透過層
- 4 有機層
- 5 第二の反射性電極
- 6 固体封止層
- 7G 緑色蛍光変換膜
- 7R 赤色蛍光変換膜
- 8 透明層
- 9 第二の光透過層
- L1 第一の有機EL素子の模式的な光学膜厚
- L2 第二の有機EL素子の模式的な光学膜厚
- L3 第三の有機EL素子の模式的な光学膜厚
- I 青色画素
- II 緑色画素
- III 赤色画素

10

20

【図1】



【図2】

